

## WEEK | ISSUED

9513 / 28 APR 95

**TRIU = Q25 93-152317/18 = RU 2015941-C1**  
**Aircraft aerodynamic surface boundary layer control procedure**  
**uses vortex chambers at rear of aerodynamic surface connected to**  
**low-pressure source**

TRIUMF RES PRODN ASSOC 91.10.14 91SU-5004219  
 (94.07.15) \*WO 9308076-A1 B64C 21/08

The aircraft aerodynamic surface boundary layer control procedure consists of producing linked vortex flows in chambers located in the rear part of the aerodynamic surface, from which air is sucked. The speed at which the air is sucked out is controlled, at first increasing it gradually to produce linked swirl flows, and then maintaining it at a level at which there is a non-separated flow over the aerodynamic surface.

The pressure is measured at the rear section of the aircraft, and the non-separation of the flow is judged from the maximum value of the pressure. The aircraft on which the method is carried out has a fuselage in the shape of a supporting wing, jet engines and a gas dynamic boundary layer control system, with a row of rear swirl chambers which are open on the boundary layer side and linked to a low-pressure source.

**ADVANTAGE** - Improved boundary layer flow with reduced energy consumption. Bul.13/15.7.94 (4pp Dwg.No.0/1)

©1995 DERWENT INFORMATION LIMITED

Derwent House 14 Great Queen Street London WC2B 5DF England UK

Derwent Incorporated  
 1420 Spring Hill Road Suite 525 McLean VA 22102 USA

Unauthorised copying of this abstract not permitted





(19) RU (11) 2015 941 (13) C1  
 (51) МПК<sup>5</sup> В 64 С 21/08

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 5004219/23, 14.10.1991

(46) Дата публикации: 15.07.1994

(56) Ссылки: 1. Патент ФРГ N 1273358, кл. B62B 60, 1969.2. Патент США N 4671474, кл. B 64 C 21/08, 1987.

(71) Заявитель:  
 Щукин Л.Н.,  
 Шибанов А.П.,  
 Щукин И.Л.,  
 Карелин В.Г.,  
 Савицкий А.И.

(72) Изобретатели: Щукин Л.Н.,  
 Шибанов А.П., Щукин И.Л., Карелин  
 В.Г., Савицкий А.И., Масс А.М., Пушкин  
 Р.М., Фищенко С.В.

(73) Патентообладатель:  
 Научно-производственное предприятие  
 "Триумф"

(71) Заявитель (прод.):  
 Масс А.М., Пушкин Р.М., Фищенко С.В.

**(54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ПОГРАНИЧНЫМ СЛОЕМ НА АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

**(57) Реферат:**

Изобретение относится к авиации, а именно к способам управления пограничным слоем на аэродинамической поверхности ЛА. Цель изобретения - уменьшение энергозатрат для улучшения аэродинамических характеристик ЛА путем отсоса пограничного слоя. Это достигается тем, что в известном способе управления пограничным слоем на аэродинамической поверхности ЛА, основанном на формировании присоединенных вихрей в ячейках в кормовой части поверхности путем отсоса воздуха из полостей ячеек, в процессе отсоса скорость отбора воздуха постепенно увеличивают до момента полного присоединения

пограничного слоя к поверхности и формирования вихрей в ячейках, после чего уровень отсоса уменьшают до минимального, при котором еще имеет место безотрывное обтекание поверхности летательного аппарата. Для дополнительного уменьшения энергозатрат отсасываемый воздух из ячеек формируют в единый поток, используя для движения этого потока реализованный при безотрывном обтекании градиент давления на поверхности, отсасываемый этим потоком с помощью эжекции воздуха из ячеек последовательно начиная с ячеек максимально приближенных к кормовой. З.п. ф-лы, 1 ил.

RU 2015 941 C1

RU 2015 941 C1



(19) RU (11) 2 015 941 (13) C1  
 (51) Int. Cl. 5 B 64 C 21/08

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 5004219/23, 14.10.1991

(46) Date of publication: 15.07.1994

(71) Applicant:  
 SHCHUKIN L.N.,  
 SHIBANOV A.P.,  
 SHCHUKIN I.L.,  
 KARELIN V.G.,  
 SAVITSKIJ A.I.

(72) Inventor: SHCHUKIN L.N.,  
 SHIBANOV A.P., SHCHUKIN I.L., KARELIN  
 V.G., SAVITSKIJ A.I., MASS A.M., PUSHKIN  
 R.M., FISHCHENKO S.V.

(73) Proprietor:  
 NAUCHNO-PROIZVODSTVENNOE  
 PREDPRYATIE "TRIUMF"

(71) Applicant (cont.):  
 MASS A.M., PUSHKIN R.M., FISHCHENKO S.V.

(54) METHOD TO CONTROL BOUNDARY LAYER ON AERODYNAMIC SURFACE OF AIRCRAFT

(57) Abstract:

FIELD: aviation. SUBSTANCE: method is based on formation of joining swirls in cells of rear part of the aerodynamic surface by suction of air from cavities of the cells. During suction process speed of air suction is steadily increasing till the instant of full connection of the boundary layer to the surface and formation of swirls in the cells. Then level of suction is decreased till its minimum, that still ensures continuous air flowing around the aerodynamic surface of the aircraft. To get

additional decrease of power consumption the air, that is being sucked from the cells, is being formed in entire stream, using gradient of pressure, produced during process of air stream continuous flowing around the aerodynamic surface and sucking air in series from the cells by the stream with the help of ejection, beginning with the cells, that are maximum close to the rear. EFFECT: method is used to control boundary layer on aerodynamic surface of aircraft. 4 cl, 1 dwg

RU 2015941 C1

RU 2015941 C1

RU 2015941 C1

Изобретения относится к авиации, а именно к способам управления пограничным слоем для изменения аэродинамических характеристик ЛА.

При обтекании кормовых поверхностей, элементов конструкции самолетов и летательных аппаратов на этих поверхностях устанавливается положительный градиент давления в направлении обтекания. При определенных уровнях этого положительного градиента давления виду малости кинетической энергии потока вблизи поверхности поток не способен осуществлять движение против градиента давления и отрывается от поверхности. При отрыве от поверхности потока значительно возрастает аэродинамическое сопротивление обтекаемых потоком элементов конструкции, а у аэродинамически несущих поверхностей (крыльев, корпусов) снижается подъемная сила.

Для предотвращения отрыва потока и улучшения аэродинамических характеристик самолетов и летательных аппаратов пристеночные и эжекционные слои потока отсыпаются, подняв тем самым кинетическую энергию пристеночного потока и его способность преодолевать большие градиенты давления.

Издаётся способ управления пограничным слоем, в котором отбор воздуха из пристеночной области осуществляется в нормальном к потоку направлении через выполненные на поверхности отверстия [1].

Указанный способ имеет недостаток, заключающийся в его энергозатратности из-за необходимости отсыпывать большие количества воздуха.

Известен способ управления пограничным слоем на аэродинамической поверхности ЛА с помощью образованных в кормовой части поверхности вихревых ячеек, состоящий в отборе воздуха из их полостей [2].

После присоединения пограничного слоя к поверхности ЛА в ячейках образуется вихревое движение (присоединенный вихрь), которое поддерживается за счет энергии внешнего потока и энергии источника отсоса. Такое взаимодействие потоков обеспечивает достижение высоких значений скоростей в поле течения вблизи обтекаемой поверхности, что позволяет преодолевать без отрыва большие положительные градиенты давления.

Однако эффективность такого способа низка, так как система отсоса, реализующая способ, должна быть настроена на максимальные скорости ЛА для надежного присоединения пограничного слоя, что при малых скоростях приведет к большим энергозатратам.

Задача изобретения состоит в разработке такого способа управления пограничным слоем, реализация которого не требует больших энергозатрат для безотрывного обтекания поверхности.

Это достигается тем, что в известном способе управления пограничным слоем на аэродинамической поверхности ЛА, основанном на формировании присоединенных вихрей в ячейках, образованных в кормовой части поверхности, путем отбора воздуха из полостей ячеек, в процессе отсоса скорость отбора воздуха постепенно увеличиваются до момента

образования присоединенных вихрей, при котором достигается полное присоединение пограничного слоя к поверхности ЛА, после чего уровень отсоса уменьшается до минимального, при котором еще имеется место безотрывное обтекание поверхности летательного аппарата.

Целесообразно отсос при минимальных скоростях осуществлять на режимах эжекционного отбора воздуха из ячеек, формируя для этого под воздействием установленногося во внешнем течении положительного градиента давления ощий поток путем последовательного смещения эжектируемого воздуха из ячеек в направлении от кормовой первой ячейки.

Желательно в процессе отсоса измерять давление в кормовой части летательного аппарата, и в качестве момента полного присоединения пограничного слоя к поверхности использовать момент достижения измеренным давлением максимальной величины.

Кроме того, возможно в качестве минимального уровня отсоса использовать значения скоростей отбора воздуха, при которых начинается снижение давления при снижении уровня отбора.

Уменьшение уровня отбора воздуха из ячеек после присоединения пограничного слоя позволяет снизить энергозатраты.

Формирование общего потока воздуха в направлении от кормовой ячейки к первой позволяет использовать установленныйся при безотрывном обтекании градиент давления на поверхности. Поток воздуха, отсыпающегося от кормовой ячейки, отбирает за счет эжекционного эффекта воздух из других ячеек, расположенных впереди по потоку от кормовой ячейки и имеющих более низкий уровень давления, чем в кормовой ячейке.

Изобретение поясняется чертежом, на котором изображено течение в вихревой ячейке.

При включении источника отбора воздуха низкий уровень давления распространяется на полости 1 всех вихревых ячеек, и происходит перетекание воздуха из пристеночной области течения к источнику отбора.

Скорость газа в пограничном слое возрастает в зависимости от скорости отбора воздуха из полостей ячеек. При некоторой величине скорости отбора вредуха пограничный слой присоединяется к поверхности ЛА, и на поверхности

реализуется давление с положительным градиентом вдоль кормы. О присоединении пограничного слоя к поверхности ЛА можно судить, например, по изменению давления в кормовой части. Изменяющаяся величина давления на поверхности при увеличении скорости отбора воздуха свидетельствует о безотрывном обтекании поверхности и возникновении присоединенных вихрей в ячейках.

После присоединения потока скорости отбора воздуха уменьшаются. При этом интенсивность отбора воздуха через входное отверстие 2 ячейки снижается. Поскольку на передней кромке 3 входного отверстия давление меньше, чем на задней кромке 4, то при снижении интенсивности отбора воздуха при определенной величине полностью прекращается поступление воздуха в ячейку

C1 15941 RU

со стороны кромки 3 и продолжается со стороны задней кромки 4. Дальнейшее снижение уровня отсоса приводит к интенсификации циркуляционного течения 5 в ячейке (присоединенного вихря), поддерживаемого перепадом давления на передней и задней кромках входного отверстия ячейки.

Уровень отсоса уменьшают до таких минимальных значений скоростей отбора воздуха, при которых еще имеет место безотрывное обтекание поверхности. При начале отрыва потока уровень давления в кромочных точках начинает падать.

Для того, чтобы уменьшить энергозатраты на источник отбора воздуха создают экскационный отсос из камеры. Для этого под действием положительного градиента давления, реализуемого на поверхности при ее безотрывном обтекании, в кромочной части формируют общий поток 6 воздуха в направлении от кромки к первой ячейке. Градиент давления ускоряет поток, и давление на выходе 7 из ячейки падает в направлении от кормы. При этом на входе 2 и выходе 7 создается перепад давления, необходимый для эжекции газа из полости ячейки. Таким образом вступает в действие экскационный отсос, объединяющий отсос из всех ячейк и использующий реализованный на поверхности градиент давления при безотрывном обтекании, что ведет к снижению энергозатрат на отсос.

#### Формула изобретения:

1. СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ПОГРАНИЧНЫМ СЛОЕМ НА АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА, основанный на формировании присоединенных вихрей в ячейках, образованных в кормовой части поверхности, путем отсоса воздуха из полостей ячеек, отличающийся тем, что в процессе отсоса скорость отбора воздуха постепенно увеличиваются до момента образования присоединенных вихрей, при котором достигается полное присоединение пограничного слоя к поверхности

6 летательного аппарата, 10 после чего уровень отсоса уменьшают до минимального, при котором еще имеет место безотрывное обтекание поверхности летательного аппарата.

2 Способ по п.1, отличающийся тем, что 15 отсос при минимальных скоростях осуществляют на режимах экскационного отбора воздуха из ячеек, формируя для этого под воздействием установленного во внешнем течении положительного градиента давления общий отсасываемый поток, путем последовательного смещения экжекторизованного воздуха из ячеек в направлении от кромки к первой ячейке.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что в 20 процессе отсоса измеряют давление в кромовой части летательного аппарата и в качестве момента полного присоединения пограничного слоя к поверхности используют момент достижения измеренным давлением максимальной величины

4. Способ по п.1 и 3, отличающийся тем, 25 что в качестве минимального уровня отсоса используют значения скоростей отбора воздуха, при которых начинаются снижение давления при снижении уровня отбора.

RU 2015941 C1

RU 2015941 C1

27-04-07 10:15

From:GORODISSKY & PARTNERS

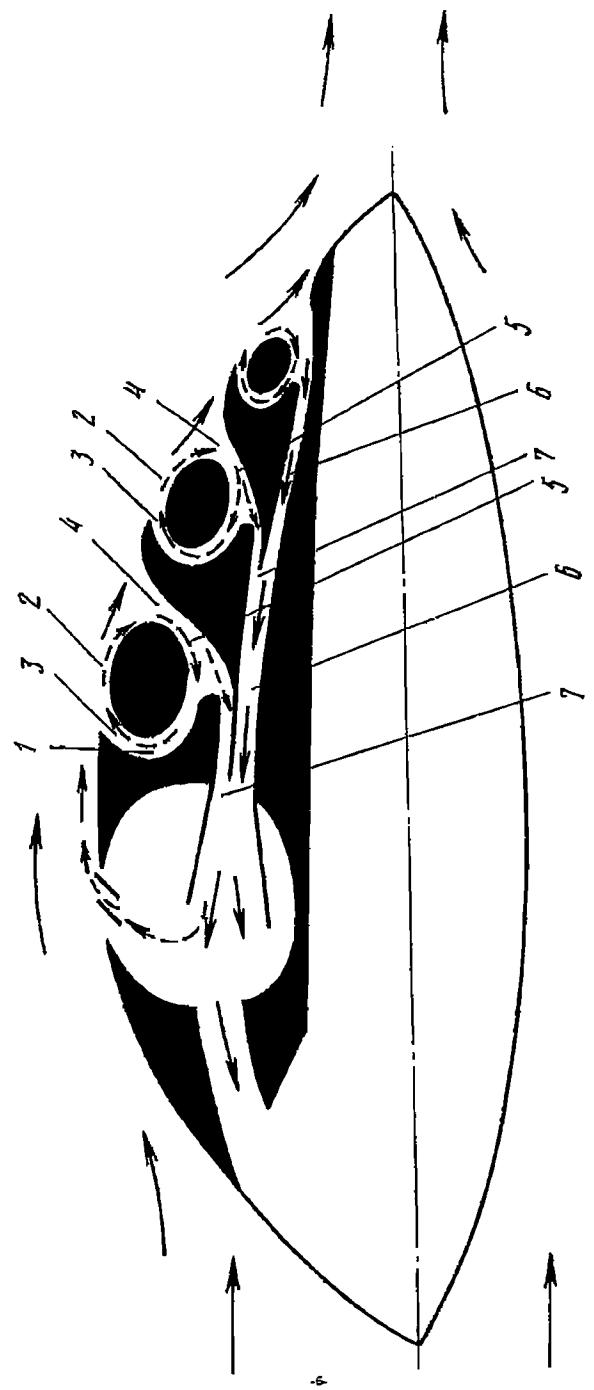
+70959376104

T-266 P.07/08 F-576

R U 2 0 1 5 9 4 1 C 1

R U 2 0 1 5 9 4 1 C 1

RU 2015941 C1



RU 2015941 C1

\*\*\*\*\*  
\*\*\* RX REPORT \*\*\*  
\*\*\*\*\*

RECEPTION OK

TX/RX NO	8871
RECIPIENT ADDRESS	+70959376104
DESTINATION ID	
ST. TIME	04/27 02:07
TIME USE	01 '15
PGS.	8
RESULT	OK